

GSC 2751-1007 ÖRTEN DEĞİŞEN ÇİFT YILDIZ SİSTEMİNİN İLK IŞIK EĞRİSİ ANALİZİ

Nalan ÖZBEK¹, Birol GÜROL²

Özet

Kısa dönemli W UMa türü örten değişen bir sistem olan GSC 2751-1007, 2003 yılında Maciejewski ve ark. (2004) tarafından SAVS (Semi-Automatic Variability Search) CCD gözlemleri ile keşfedilmiştir. Sistem, 20-23 Ekim 2004 tarihleri arasında TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde 40 cm çaplı teleskop kullanılarak gözlenmiştir. Gözlemlerden, 6 adet birinci minimum ve 3 adet ise ikinci minimum zamanı elde edilmiştir. BVR filtrelerindeki ışık eğrileri, Wilson-Devinney programı kullanılarak eş zamanlı olarak çözülmüş, sisteme ilişkin geometrik ve fiziksel parametreler belirlenmiş ve yeni ışık elemanları verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: GSC 2751-1007, W UMa türü çift yıldız sistemleri, Işık eğrisi analizi.

Abstract

The short period W UMa eclipsing binary system GSC 2751-1007 had been discovered by Maciejewski et al. (2004) with SAVS CCD observations in 2003. The system had been observed from TUBITAK International Observatory with 40cm radius telescope between October 20-23, 2004. From these observations, 6 primary minimum and 3 secondary minimum times were obtained. Light curves of the BVR filters were analyzed by using the Wilson-Devinney program simultaneously, whereas geometric and physical parameter for the system were identified and new light elements were obtained.

Key Words: GSC 2751-1007, W UMa type binary stars, Light curve analysis.

1. Giriş

Kısa dönemli W UMa türü örten çift yıldız sistemi GSC 2751-1007 (SAVS J231034+314253, $V_{max}=11^m.83$, $V_{min}=12^m.85$) Maciejewski et al. (2004) [1] tarafından SAVS (Semi-Automatic Variability Search) CCD gözlemleri ile keşfedilmiş ve olası W UMa türü bir sistem olarak sınıflandırılmıştır. Maciejewski et al. (2004) aynı zamanda tayfsal gözlem yapılarak sistemin tayf türünün *Ge* olduğunu belirlemişlerdir. Tayfsal gözlemlerdeki gürültünün fazla olması nedeniyle *G* tayf türünün alt sınıfı konusunda bir bilgi verememişlerdir. Literatürde bu bilgiler dışında GSC 2751-1007 sistemine ilişkin başka bir bilgi yer almamaktadır. Işık eğrisinde her iki minimum neredeyse aynı derinliğe sahiptir. I. ve II. minimum derinlikleri arasındaki parlaklık farkı V, B, R bantlarında sırasıyla $\Delta(\text{MinI-}$

¹ Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Tandoğan, Ankara, 06100, Tel:(312)2126720/1325 Faks:(312)2232395 e-posta: nozbek@science.ankara.edu.tr

² Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Tandoğan, Ankara, 06100, Tel:(312)2126720/1313 Faks:(312)2232395 e-posta: gurol@science.ankara.edu.tr

MinII) = $-0^m.016$, $-0^m.038$ ve $-0^m.019$ 'dir. Maksimumlar arasındaki parlaklık farkı ise sırasıyla V, B ve R bantlarında $\Delta(\text{Max I}-\text{Max II}) = -0^m.019$, $-0^m.029$ ve $-0^m.020$ 'dir.

2. Gözlemler

GSC 2751-1007 örten çift sisteminin gözlemleri; 20 ve 23 Ekim 2004 tarihleri arasında TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) T40 teleskopu ile gerçekleştirilmiştir. Gözlemlerde dedektör olarak Ap7p CCDsi kullanılmış ve gözlemlerde B, V ve R filtrelerinde sırasıyla 349, 355, 356 gözlem noktası elde edilmiştir.

Gözlemlerde mukayese yıldızı olarak GSC 2751-1883 ve denet yıldızı olarak da GSC 2751-0129 kullanılmıştır. Yıldızlara ait parametreler Çizelge 1'de verilmiştir. Mukayese-Denet parlaklık değişimi incelenmiş ve herhangi bir değişime rastlanmamıştır. Gözlemlerin indirgenmesi MaxImDL3.0 programı kullanılarak yapılmış ve dedektöre ilişkin etkiler giderildikten sonra diferansiyel parlaklık değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 1. Değişen, mukayese ve denet yıldızına ait parametreler

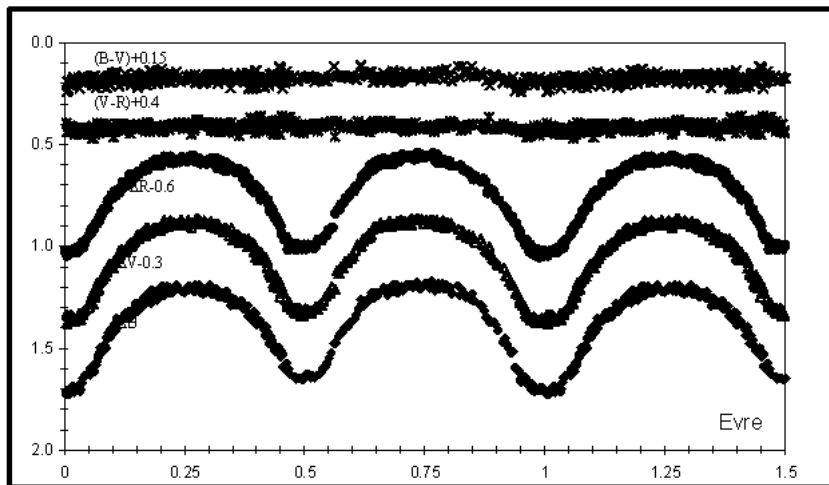
Parametreler	Değişen	Mukayese	Denet
Katalog İsmi	GSC 2751-1007	GSC 2751-1883	GSC 2751-0129
$\alpha(2000)$	$23^{\text{sa}} 10^{\text{dk}} 34^{\text{sn}}$	$23^{\text{sa}} 10^{\text{dk}} 32^{\text{sn}}.14$	$23^{\text{sa}} 10^{\text{dk}} 34^{\text{sn}}.42$
$\delta(2000)$	$31^{\circ} 42' 54''$	$31^{\circ} 47' 00''.4$	$31^{\circ} 47' 13''.6$
V	$12^m.34$	$12^m.50$	$11^m.09$

Şekil 1'de elde edilen B, V ve R bandları ile (B-V) ve (V-R) renkleri aşağıda verilen ışık elemanları kullanılarak evrendirildikten sonra grafike edilmiştir.

$$\text{Min I (HJD)}=2452885.247(3)+0.417461xE \quad (1)$$

3. Yeni Işık Elemanları

Sistemin 20 ve 23 Ekim 2004 tarihleri arasında yapılan gözlemlerinden altı adet birinci minimum (Min I) ve üç adet ikinci minimum (Min II) olmak üzere toplam dokuz adet minimum zamanı elde edilmiştir. Standart sapma değerleri ile birlikte yeni minimum zamanları Çizelge 2'de verilmiştir. Minimum zamanları Kwee and van Woerden (1956) [2] yöntemi ile hesaplanmıştır.



Şekil 1. GSC 2751-1007 sisteminin B, V ve R filtrelerinde elde edilmiş ışık ve (B-V), (V-R) renk eğrileri

Çizelge Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.. GSC 2751-1007 sistemi için hesaplanan yeni minimum zamanları

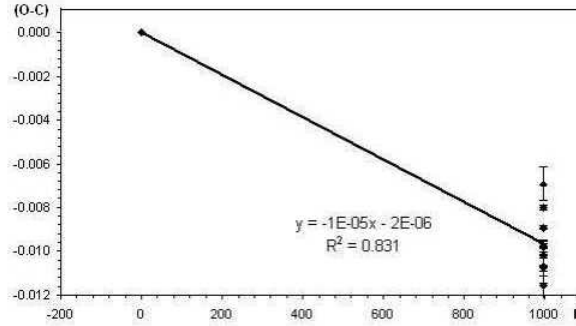
HJD Min	Hata ($\pm\sigma$)	Min. Türü	Filtre
2453300.4038	0.0001	I	B
2453300.4011	0.0007	I	V
2453300.4003	0.0009	I	R
2453301.2370	0.0001	I	B
2453301.2398	0.0008	I	V
2453301.2378	0.0001	I	R
2453301.4453	0.0007	II	B
2453301.4456	0.0003	II	V
2453301.4447	0.0004	II	R

Şekil 1’de, Maciejewski et al. (2004) tarafından verilen ışık elemanları kullanılarak GSC 2751-1007 sistemi için hesaplanan O-C değişimi verilmiştir.

$$\text{Min I (HJD)}=2452885.2469+0.417461x\text{E} \quad (2)$$

O-C değişimi incelendiğinde Maciejewski et al. (2004) tarafından verilen ışık elemanlarının hatalı olduğu ve düzeltilmesi gerektiği görülmüştür. Yeni ışık elemanları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Min I (HJD)}=2453301.44590 + 0.417451x\text{E} \quad (3)$$



Şekil Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.. GSC 2751-1007 sistemi için çizilen (O–C) değişimi. Geçmiş zamanlara ilişkin sadece tek bir minimum zamanı bulunmaktadır. Bütün minimum zamanları dikkate alınarak gerçekleştirilen fit ve bu fit’e ilişkin korelasyon katsayısı şekilde verilmiştir.

4. Işık Eğrisi Analizi

GSC 2751-1007 sisteminin B, V ve R filtrelerinde elde edilen ışık eğrileri çözümü Wilson-Devinney (1971) [3] yönteminin 2003 sürümü kullanılarak yapılmıştır. Yöntem; bileşen yıldızların yüzeylerini eşpotansiyel yüzeyler olarak kabul eder. Analizlerde kullanılacak başlangıç parametreleri; yörünge eğimi i , yıldızların yüzey sıcaklıkları $T_{1,2}$, sistemin kütle oranı $q=m_2/m_1$, bileşen yıldızların kesirsel ışınım güçleri $L_{1,2}$, bileşen yıldızların yüzey potansiyelleri $\Omega_{1,2}$, yıldızlara ait kenar karama katsayıları $x_{1,2}$, bolometrik albedoları (yansıma katsayısı) $A_{1,2}$ ve çekimsel karama katsayıları $g_{1,2}$ ’dir. Burada alt indis

olarak kullanılan 1 baş bileşeni (daha sıcak), 2 ise yoldaş bileşeni (daha soğuk) göstermektedir.

GSC 2751-1007 sisteminin tayf türü *Ge* ve dönemi dışında hakkında literatürde başka bir bilgi bulunmamaktadır. Tayf türündeki belirsizlik nedeniyle sisteme ilişkin sıcaklık değeri araştırmacıların iyi bilinen W UMa türü sistemler için yaptıkları çalışmalardan elde edilmiştir.

Wang (1994) [4] yaptığı inceleme sonucunda W UMa türü sistemlerde, yörünge dönemleri ile sistemin öz renkleri arasında bir bağıntının bulunduğunu ortaya koymuştur. Wang (1994) bileşenleri merkezi hidrojenini yakan normal anakol yıldızları için,

$$(B-V)_0 = 0.077 - 1.003 \log P(\text{gün}) \quad (R^2=0.78) \quad (4)$$

bağıntısından sistemin kızarmaya uğramamış öz renginin elde edilebileceğini göstermiştir. Burada $(B-V)_0$ sistemin öz rengini ve $P(\text{gün})$ ise sistemin yörünge dönemini göstermektedir. Bağıntı için verilen korelasyon katsayısının yüksek olması, W UMa türü sistemler için öz rengin yeterli bir doğrulukla elde edilebileceğini göstermektedir. Sistemin bir önceki kesimde düzeltilmiş dönem değeri kullanılarak hesaplanan öz rengi $(B-V)_0=0.4575$ 'dir.

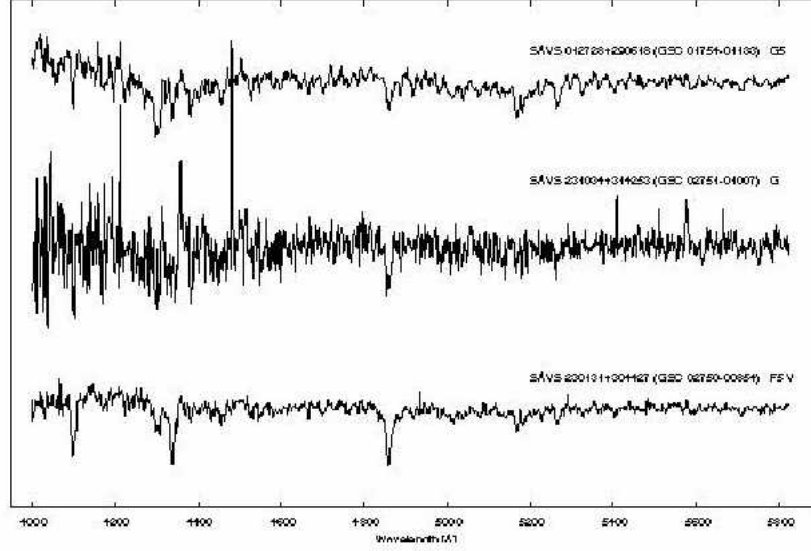
W UMa türü sistemlerde bileşen yıldızların geç tayf türünden olduğu bilinmektedir. Sekiguchi & Fukigita (2000) [5] tarafından F0-K5 tayf türünden cüce ve dev yıldızlar için teorik olarak hesaplanmış *özrenk-sıcaklık* arasındaki bağıntı kullanılarak sistemin sıcaklığı 6386 K olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan sıcaklık değerinin denetlenmesi amacıyla Rucinski & Duerbeck (1997) [6] tarafından uzaklığı bilinen değen çift yıldızlar için hesapladıkları kalibrasyon ifadesi kullanılabilir.

$$M_{\text{vcal}} = - 4.44 \log P(\text{gün}) + 3.02(B-V)_0 + 0.12 \quad (5)$$

Denklem 5 ile verilen kalibrasyon ifadesi, sistemin öz rengi ile yörünge döneminden, sistemin mutlak parlaklığını hesaplamak mümkündür. Bu bağıntı ile hesaplanacak mutlak parlaklık değerindeki hatanın ± 0.1 olduğu aynı yazarlar tarafından verilmiştir.

GSC 2751-1007 sistemi için hesaplanan $(B-V)_0=0.4575$ ve $P(\text{gün})= 0.417451$ Değerleri kullanıldığında, sistemin mutlak parlaklığının $3^m.17 \pm 0.1$ olduğu hesaplanmıştır.

Bu mutlak parlaklığa sahip bir sistemde iki adet birbirine benzer yıldız bulunduğu kabul edildiğinde, bileşen yıldızlardan birinin mutlak parlaklığı bu değerden sayısal olarak daha büyük olmalıdır. Bu durumda hatasını da dikkate alarak $M_v=3^m.18$ ve $3^m.16$ değerleri için hesaplama yapıldığında, sistemin, mutlak parlaklıkları $3^m.93$ ve $3^m.91$ olan iki adet yıldızdan oluşabileceği düşünülebilir. Yıldızların normal anakol yıldızları oldukları kabul edildiğinde bu mutlak parlaklığa sahip yıldızların tayf türlerini ve sıcaklıklarını oluşturulmuş çeşitli kalibrasyon tablolarından elde edebiliriz. Bu amaçla Allen tarafından yayınlanan "Astrofiziksel Parametreler" (Cox, 2000) [7] tablolarından yararlanarak anakol yıldızları için oluşturulmuş *mutlak parlaklık-sıcaklık* tablosundan sıcaklık değerleri sırasıyla 6306 K ve 6322 K olarak hesaplanmıştır. Bu sıcaklığa sahip yıldızların tayf türü F7V-F8V aralığındadır (Cox, 2000). Straizys & Kuriliene (1981) [8]'in çalışmasından ise bu mutlak parlaklığa karşılık gelen tayf türünün F7V olduğu ve bu tayf türüne karşılık gelen sıcaklık değerinin ise 6266 K olduğu hesaplanmıştır.

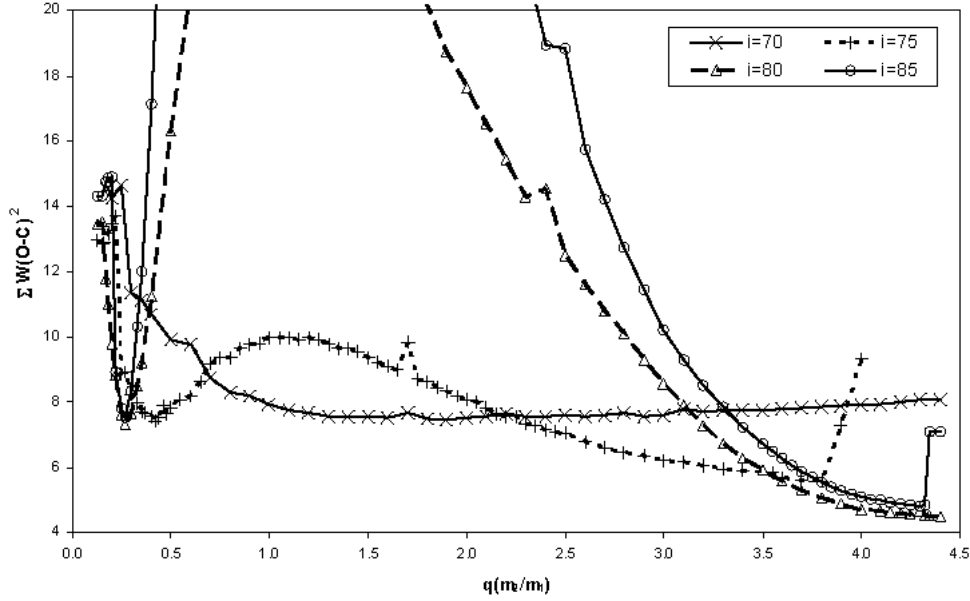


Şekil 3. Maciejewski et al. (2004) tarafından GSC 2751-1007 ve başka iki sistem için gözlenen tayfları.

Maciejewski et al. (2004) tarafından sistem için tahmin edilen tayf türü, G_6 'dır fakat çalışmalarında inceledikleri diğer sistemlere ilişkin tayflar incelendiğinde sistemin G_5 tayf türünden daha erken ve F_5 tayf türünden daha geç bir sistem olduğu görülebilir. Ayrıca GSC 2751-1007 sisteminin tayf türü belirlenirken kullanılan soğurma çizgilerinin yapı olarak F_5 tayf türüne daha yakın olduğu dikkat çekicidir (Şekil 3). Özellikle HI ($\lambda 4960\text{\AA}$) soğurma çizgisi GSC 2750-0854 (F_5V) sistemine ait soğurma çizgisine çok daha benzer bir özellik göstermektedir. GSC 2751-1007 sisteminin tayfında görülen çok sayıda salma çizgisi ve sistem için alınan tayfsal gözlemlerde gürültünün fazla olması, tayf türünün belirlenmesindeki hatanın yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu bilgi ışığında GSC 2751-1007 sisteminin G tayf türünden çok F tayf türünden bir sistem olduğunu, söyleyebiliriz. Bu ise yukarıda hem dönem hem de mutlak parlaklık değerleri kullanılarak ulaşılan tayf türlerini desteklemektedir.

Işık eğrisi analizi gerçekleştirebilmek için başlangıç parametresi olarak dikkate almamız gereken bir diğer parametre sistemin yörünge eğimi ve kütle oranıdır. Sistemin kütle oranının doğru olarak belirlenebilmesi ancak dikine hız eğrisi gözlemleri ile mümkündür. Awadalla et al. (2005) [9] literatürde bulunan birçok sistem için hesaplanmış fotometrik kütle oranı değerleri ile tayfsal kütle oranı değerlerinin birbirlerine çok yakın sonuçlar verdiğini göstermiştir (birkaç sistem hariç).

Sisteme ilişkin tayfsal kütle oranı bilinmediğinden sistemin fotometrik kütle oranının belirlenebilmesi ve ışık eğrisi çözümlerinin bu kütle oranı kullanılarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılacak bir yöntem, sistemin yörünge eğim açısı bilinmediğinden, farklı i yörünge eğim açılarının dikkate alınarak q -taramasının gerçekleştirilmesidir. W UMa türü sistemlerde bileşen yıldızların birbirlerine çok yakın olması, çok büyük bir yörünge eğim açısı aralığında örtme ve örtülmenin gerçekleşebileceğini bize gösterir. Bu nedenle geniş bir aralığa dağılmış i yörünge eğim açısının taranması gerekmektedir. Bu amaçla değen çift yıldızların analizinde kullanılan Mod 3 seçilmiş ve farklı yörünge eğim açıları ($i=70^\circ, 75^\circ, 80^\circ$ ve 85°) için q -taraması $0.13 \leq q \leq 5.0$ aralığında gerçekleştirilmiştir. Şekil 4'de GSC 2751-1007 sistemi için i - q taramasının sonuçları verilmiştir. Şekilde dikkati çeken iki farklı q aralığında $\Sigma W(O-C)^2$ değerinin minimuma gitmesi olmaktadır. Şekil 4'den sistem için uygun yörünge eğim açısının 75° ile 85° arasında ve $q=0.27-0.42$ aralığı ile $q>4.0$ değerlerinde en iyi sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Bu



Şekil 4. GSC 2751-1007 sistemi için farklı yörünge eğim açıları ve q (kütle oranı) değerleri dikkate alınarak B, V ve R bandı için gerçekleştirilen i - q taraması sonucu.

bilgiler dikkate alındığında sistem için yörünge eğim açısının $75^\circ \leq i \leq 80^\circ$ aralığı ve $q \approx 0.3$ ile 4.0 için iki farklı çözümün gerçekleştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Sistemin ışık eğrisi analizi için gerekli olan başlangıç parametrelerini $T_1=6350$ K, $i=80$, $q=0.3$ ve 4.0 olarak iki farklı çözüm gerçekleştirilecektir. Başlangıç için T_2 sıcaklığı baş bileşenin sıcaklığı ile aynı olacak şekilde olarak iterasyon gerçekleştirilecektir. Logaritmik kenar kararım katsayıları T_1 sıcaklığında anakol yıldızları için uygun olacak şekilde Van Hamme (1993)[10]'dan alınmıştır. Her iki bileşenin konvektif zarfa sahip olması nedeniyle ($T < 7200$ K) çekim kararım katsayısı 0.32 ve bolometrik albedo değeri 0.50 olarak alınmıştır. Işık eğrisi analizi W UMa türü sistemler uygun olan Mod 3'de gerçekleştirilmiştir. Grid sayıları N_1, N_2, N_{1L}, N_{2L} sırasıyla 30, 30, 15, 15 olarak alınmış ayrıca üçüncü ışık etkisinin olmadığı ($I_3=0$) varsayılmıştır. Çözümlerde yıldız atmosferleri modelleri ($IFAT_1=IFAT_2=1$) kullanılmıştır.

Mod 3'de ışık eğrisi analizinde serbest bırakılabilir parametreler sistemin yörünge eğim açısı i , yoldaş bileşenin yüzey sıcaklığı T_2 , sistemin kütle oranı $q=m_2/m_1$, baş bileşenin kesirsel ışınım gücü L_1 , baş bileşenin yüzey potansiyeli değeri Ω_1 dir ve W UMa türü sistemlerde $\Omega_1=\Omega_2$ olarak alındığından dolayı olarak Ω_2 potansiyeli serbest bırakılabilir parametreler arasında bulunmaktadır. Wilson-Devinney programının bir parçası olan DC (Differential Correction) programı serbest bırakılan parametreler üzerinde herhangi bir düzeltmeye ihtiyaç duymayana kadar (parametre için hesaplanan düzeltme değerinin parametrenin standart sapma değerlerinden küçük olması durumu) işlemler tekrarlanmıştır. İyi bir çözüm parametresi elde edildikten sonra baş bileşenin sıcaklığı serbest bırakılarak daha iyi T_1 sıcaklığı elde edilmesi yoluna gidilmiştir. Bu şekilde baş bileşen ile yoldaş bileşenin sıcaklık ve ışınım güçleri değerlerinin birbirlerine uyumlu olması sağlanmıştır.

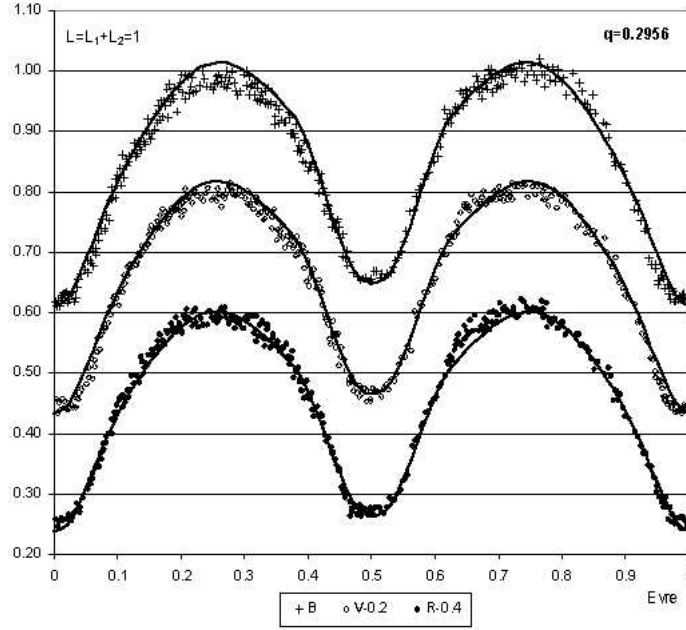
Özellikle 0.6 evresinde başlayan ve 0.7 evresi civarında biten bir parlaklık artışı dikkati çekmektedir. Böyle bir parlaklık artışı sağlayabilmek için küçük boyutlu ve sıcak bir lekenin, bileşen yıldızlardan birinin yüzeyine yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu tür bir leke bileşen yıldızlardan biri tarafından atılan maddenin diğer bileşenin yüzeyine çarptığı bölgede meydana gelebilir. Bu amaçla baş bileşen ve yoldaş bileşen üzerine ayrı ayrı sıcak leke yerleştirilerek daha iyi ışık eğrisi çözümlerine ulaşıp ulaşılamadığı incelenmiştir. Fakat böyle

bir leke modeli ile iyi çözümler elde edilemediği ve ışık eğrisindeki anormalliklerin ikinci minimuma giriş ve çıkışlarda bulunduğu görülmüştür. Sistemin tayfında salma çizgilerinin görülmesi bileşen yıldızların yüzey parlaklıklarındaki anormalliklerin sebebi olabilir. Rafert & Twigg (1980) [11] inceledikleri çok sayıda ışık eğrisi analizleri sonucunda W UMa türü sistemlerde albedo değerinin 1'den büyük olabileceğini belirtmişlerdir. Bu amaçla ışık eğrisi analizi yoldaş bileşenin albedo değeri serbest parametre alınarak gerçekleştirilmiş ve çok daha iyi çözümlerin elde edilebildiği görülmüştür.

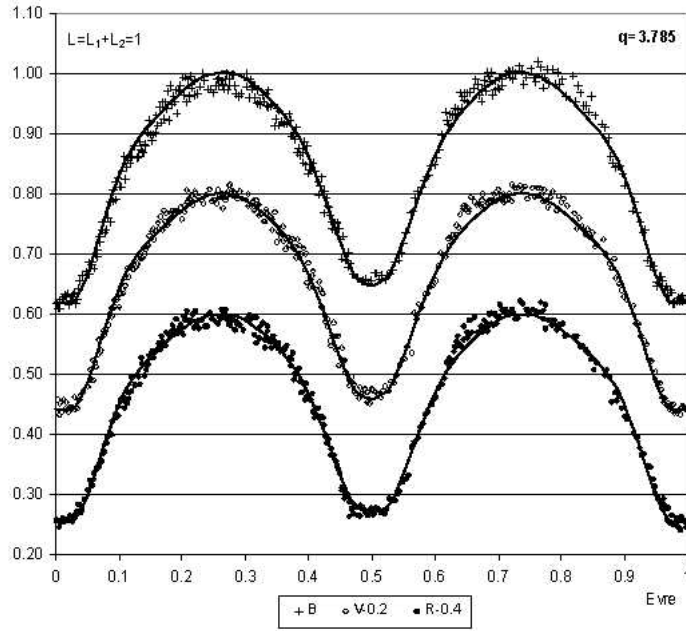
Çizelge 3'de iki farklı kütle oranı için GSC 2751-1007 sistemine ait ışık eğrisi çözümlerinden elde edilen parametreler verilmiştir. Şekil 5'te sistemin kütle oranını 0.3 olarak yapılan çözüm sonucu B,V ve R bantlarında elde edilen ışık eğrileri verilirken, Şekil 6'te sistemin kütle oranını 4.0'dan büyük olarak yapılan çözüm sonucu B,V ve R bantlarında elde edilen ışık eğrileri verilmektedir. Şekil 7'da ise bu sistem için hesaplanan her iki çözümün Roche geometrisine ilişkin şekilleri verilmiştir.

Çizelge 3. GSC 2751-1007 sisteminin iki farklı kütle oranı dikkate alınarak elde edilen çözüm parametreleri

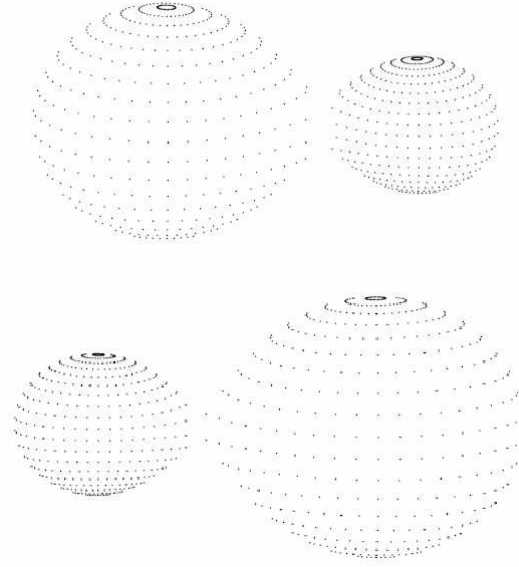
Parametreler	BVR Çözüm (1)	BVR Çözüm (2)
i (°)	75.7511±0.2002	81.2955±0.3007
A_1	0.570	0.101
A_2	3.507	0.709
$g_1 = g_2$	0.32	0.32
l_3	0.00	0.00
T_1 (°K)	6105±13	6351±5
T_2 (°K)	5935±12	6099±3
$\Omega_1 = \Omega_2$	2.41321±0.00504	7.59537±0.0096
$q = m_2/m_1$	0.2956±0.0029	3.7851±0.0075
Fillout(%)	23.44	67.07
L_1 (B)	9.0319±0.0355	3.3429±0.0025
L_1 (V)	9.1051±0.0313	3.2205±0.0026
L_1 (R)	8.9886±0.0291	3.1355±0.0028
L_2 (B)	2.5765	8.7382
L_2 (V)	2.7120	8.9760
L_2 (R)	2.7448	9.0602
X_{1bol}	0.647	0.109
X_{2bol}	0.500	0.135
Y_{1bol}	0.221	0.612
Y_{2bol}	0.267	0.584
r_1 (pole)	0.465826±0.001209	0.254627±0.000992
r_1 (side)	0.503483±0.001725	0.265364±0.001182
r_1 (back)	0.531848±0.002382	0.300054±0.002091
r_2 (pole)	0.270775±0.002499	0.468319±0.000767
r_2 (side)	0.283390±0.003085	0.505793±0.001065
r_2 (back)	0.324691±0.006200	0.530913±0.001330
$\Sigma w(O-C)^2$ (B)	0.0796	0.0882
$\Sigma w(O-C)^2$ (V)	0.1358	0.0601
$\Sigma w(O-C)^2$ (R)	0.0674	0.0506



Şekil 5. $q=0.2956$ için elde edilen gözlemsel ve teorik ışık eğrisi.



Şekil 6. $q=3.785$ için çözüm elde edilen gözlemsel ve teorik ışık eğrisi.



Şekil 7. Üst şekil $q=0.2956$ için, alt şekil $q=3.78$ için elde edilen Roche geometrisi.

5.Sonuç

Bu çalışmada GSC 2751-1007 sisteminin ilk kez çok renk CCD gözlemleri gerçekleştirilerek ışık eğrilerinin analizi yapılmıştır. Sistem için yeni ışık elemanları hesaplanarak bu çalışmada verildi. GSC 2751-1007 sistemine ait ışık eğrisi çözümlerinden $q=3.78509$ değeri için elde edilen $\Sigma W(O-C)^2$ değerleri $q=0.2956$ için elde edilen değerden daha küçüktür. Bu da $q=3.78509$ değeri için elde edilen teorik ışık eğrisinin gözlemsel ışık eğrisi ile daha iyi uyum sağladığını göstermektedir. $q=3.78509$ için çözüm sonuçları dikkate alındığında W UMa türü GSC 2751-1007 sisteminin alt türünün W-türü olduğu düşünülmektedir. Sistemin alt türünün kesin olarak belirlenmesi için dikine hız eğrisi ve daha duyarlı ışık eğrisi gözlemleriyle gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] Maciejewski, G., Czart, K., Niedzielski, A., (2004), "28 New Variable Stars from SAVS", *IBVS*,5518.,1M
- [2] Kwee, K.K. and van Woerden, H., (1956), "A method for computing accurately the epoch of minimum of an eclipsing variable." *BAN*, 12; 327.
- [3] Wilson, R.E. and Devinney, E.J. (1971), "Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cygni". *ApJ*, 166, 605.
- [4] Wang J.M., (1994), "The Thermal Relaxation Oscillation States Of Contact Binaries", *ApJ*, 434, 277
- [5] Sekiguchi, M.; Fukigita, M., (2000), "A Study Of The B-V Color-Temperature Relation" *ApJ*, 120, 1072.
- [6] Rucinski, S. M., Duerbeck, H. W. (1997), "Absolute Magnitude Calibration for the W UMa-Type Systems Based on HIPPARCOS Data". *PASP*, 109, 1340.
- [7] Allen, C.; Poveda, A. and Herrera, M.A. 2000. "Catalogue of wide binaries (Allen+ 2000)", Cat; 33560529.
- [8] S traizys, V.; Kuriliene, G., (1981), "Fundamental stellar parameters derived from the evolutionary tracks." *ApSS*, 80; 353.
- [9] Awadalla, N. S.; Hanna, M. A., (2005), "Absolute Parameters and Mass-Radius-Luminosity Relations for the Sub-Types of W UMa Binaries". *JKAS*,38,43.
- [10] van Hamme, W.; Wilson, R. E., (1985), "A contribution on the problem of empirical masses for contact binaries". *A&A*,152,25.
- [11] Rafert, J. B.; Twigg, L. W., (1980), "Observational determination of the gravity darkening exponent and bolometric albedo for close binary star systems". *MNRAS*,193,79.

